

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. November 2001 (22.11.2001)

PCT

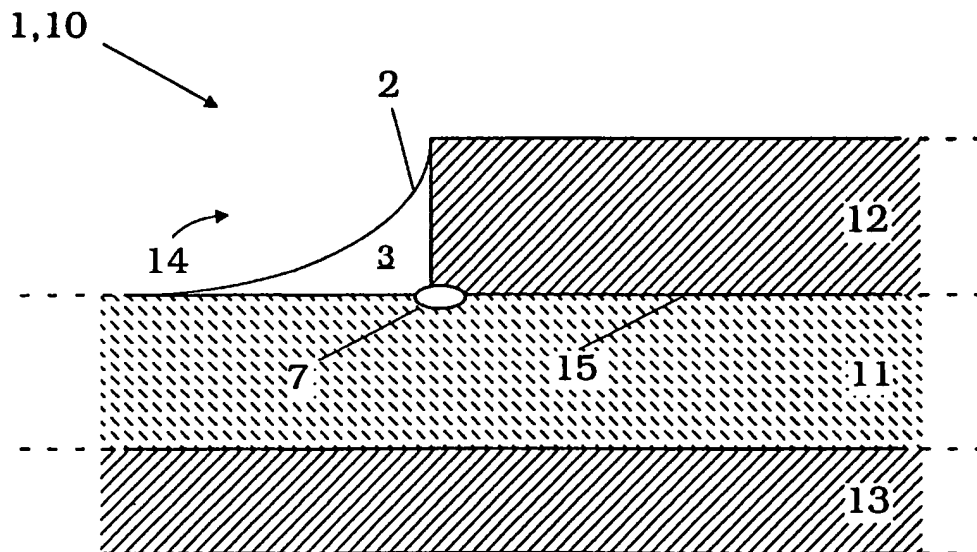
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/87500 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B05D** **FÜR LEISTUNGSHALBLEITER MBH & CO. KG**
[DE/DE]; Max-Planck-Strasse 5, 59581 Warstein-Belecke (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/01523**
- (22) Internationales Anmeldedatum: **20. April 2001 (20.04.2001)** (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): HEISEL, Dorothea**
[DE/DE]; Kapellenweg 5, 59581 Warstein (DE).
KUEHNEN, Sven [DE/DE]; Silbkestrasse 59, 59581
Warstein (DE). **LENNIGER, Andreas** [DE/DE]; Kapel-
lenweg 31, 50609 Anroechte (DE). **LICHT, Thomas**
[DE/DE]; Ostterrasse 5, 59581 Warstein (DE).
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität: **100 24 373.8** **17. Mai 2000 (17.05.2000)** **DE** (74) **Anwalt: KOTTMANN, Dieter; Müller & Hoffmann, In-**
nere Wiener Strasse 17, 81667 München (DE).
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme**
von US): EUPEC EUROPÄISCHE GESELLSCHAFT (81) **Bestimmungsstaaten (national): JP, US.**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COATING METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESCHICHTEN



(57) Abstract: The aim of the invention is to provide a method for reliably avoiding the effect foreign matter adhering to the surface of a material (1) to be coated may have on the coating layer (2) and the coating material (3). To this end, at least one section of the material (1) to be coated is subjected to reduced pressure, preferably a vacuum, already before the layer (2) is produced in order to at least partially remove adhering foreign matter and especially to fill in cavities (7) with a coating material (3).

(57) Zusammenfassung: Zur verlässlichen Vermeidung des Einflusses von an der Oberfläche eines zu beschichtenden Materials (1) anhaftenden Fremdmaterialien auf die Beschichtungsschicht (2) und das Beschichtungsmaterial (3) wird vorgeschlagen, zumindest einen Bereich des zu beschichtenden Materials (1) mit einer Atmosphäre geringen Drucks, vorzugsweise mit Vakuum, bereits vor dem Ausbilden der Schicht (2) zu beaufschlagen, um anhaftende Fremdmaterialien zumindest teilweise zu entfernen und insbesondere Kavitäten (7) mit einem Beschichtungsmaterial (3) zu befüllen.

WO 01/87500 A2



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Beschreibung

Verfahren zum Beschichten

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei vielen Materialien, Materialkombinationen oder -anordnungen werden zur Veredelung, zum Schutze oder im Rahmen eines
10 Weiterverarbeitungsprozesses Beschichtungsmaterialien aufgebracht. So ist es zum Beispiel üblich, bei Substraten, welche der Aufnahme, dem Haltern und/oder der Verschaltung von Schaltungsanordnungen dienen - zum Beispiel bei Halbleitermodulen auf sogenannten DCB-Substraten - auf der entstandenen Struktur,
15 die schichtartig aus einem Trägermaterial und einem Kontaktmaterial aufgebaut sein kann, zum Beispiel in Form von Kupfer auf einem keramischen Träger, eine zusätzliche Schicht eines Beschichtungsmaterials zumindest teilweise auf den freien Oberflächen vorzusehen, um zum Beispiel an bestimmten Kantenbereichen von Leitern eine notwendige elektrische Isolation
20 verschiedener leitfähiger Komponenten gegeneinander zu bewirken.

Ein grundsätzliches Problem bei einer derartigen Beschichtung
25 ist, dass das zu beschichtende Material aufgrund seiner vorherigen Exposition an einer bestimmten Umgebungsatmosphäre bestimmte Atmosphärenanteile an seiner Oberfläche durch Physisorption und/oder durch Chemisorption gebunden aufweist. Insbesondere sind auf der Oberfläche des zu beschichtenden Materials auch immer gewisse Unebenheiten, Rauigkeiten und/oder
30 Kavitäten vorhanden, wo sich bevorzugt auch entsprechende Atmosphärenanteile oder weitere Materialien als Fremdmaterialien in der beschriebenen Art und Weise anlagern können.

- 35 Diese Fremdmaterialien sind u. U. problematisch, weil sich aufgrund der thermischen Wechselbelastung des dann beschichteten Materials, insbesondere im wesentlichen fluide und/oder

gasförmige Fremdmaterialien auf der Oberfläche aufgrund ihrer thermischen Eigenschaften negativ bemerkbar machen, indem sie auch gerade auf denjenigen Oberflächenbereichen des beschichteten Materials eine thermische Ausdehnung zeigen, welche bereits mit dem Beschichtungsmaterial überzogen sind. Aufgrund der wechselnden thermischen Ausdehnung wird dann die Lage des Beschichtungsmaterials mechanisch belastet, zum Beispiel dadurch, dass abhängig von der jeweiligen Umgebungstemperatur sich unterhalb der Lage Beschichtungsmaterial eine Gasblase oder Fluidbereich variierenden Volumens bildet. Aufgrund der wechselnden mechanischen Belastung des Beschichtungsmaterials können Deformationen oder Defekte, z. B. Risse, Brüche oder dergleichen, im Beschichtungsmaterial entstehen, wodurch die isolierende Wirkung und/oder der dielektrische Einfluß des Beschichtungsmaterials auf die umgebenden elektrischen Felder verändert werden.

Gerade im Bereich der Leistungshalbleitermodule muß darauf geachtet werden, dass eine zum Beispiel auf einem DCB-Substrat aufgebrauchte Isolationsbeschichtung die umgebenden elektrischen Felder möglichst gleichbleibend, insbesondere möglichst wenig, beeinflusst und darüber hinaus die notwendige Isolation verschiedener leitfähiger Substratkomponenten auf dem Träger nicht dadurch vermindert wird, dass in der Isolation Brüche, Risse oder andere Defekte entstehen.

Zur Vermeidung dieser Probleme wurde vorgeschlagen, nach dem Ausbilden einer Schicht eines Beschichtungsmaterials zumindest auf einem Teil der Oberfläche des zu beschichtenden Materials zumindest Bereiche des dann beschichteten Materials mit einer Atmosphäre geringen Drucks, insbesondere also mit einem Vakuum, zu beaufschlagen. Diese Maßnahme soll bewirken, dass die auf der Oberfläche, insbesondere in Kavitäten angelagerten Fremdmaterialien, aufgrund der Druckabsenkung ihre Bindung zur Oberfläche des beschichteten Materials zumindest teilweise aufgeben, in die Schicht des Beschichtungsmaterials eindringen und dann vorzugsweise auf der vom beschichteten Material abge-

wandten Seite der Beschichtungsschicht in die Umgebung abgegeben werden, so daß zwischen Beschichtungsmaterial und beschichtetem Material keine Fluid- und/oder Gasvolumina mit thermisch variierender Ausdehnung verbleiben.

5

Es ist aber bekannt, dass diese herkömmliche Maßnahme gerade im Bereich der Leistungshalbleiterelektronik, wo größere thermische Wechsellasten zu verzeichnen sind, ein derartiges Vorgehen oft nicht ausreichend ist.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Beschichten anzugeben, bei welchem der Einfluß von Fremdmaterialien auf die Beschichtungsschicht bei geringem Aufwand besonders verlässlich vermieden werden kann.

15

Die Aufgabe wird durch ein gattungsgemäßes Verfahren zum Beschichten erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Beschichten sind Gegenstand der abhängigen Unteransprüche.

20

Beim gattungsgemäßen Verfahren zum Beschichten eines im wesentlichen festen Materials wird eine Schicht mindestens eines Beschichtungsfluids, welches zumindest ein Beschich-

25

tungsmaterial und/oder einen Ausgangs-, Hilfs- und/oder Zusatzstoff dafür enthält, auf zumindest einem Teil der Oberfläche des zu beschichtenden Materials ausgebildet. Ferner wird zumindest ein Bereich des zu beschichtenden Materials mit einer Atmosphäre geringen Drucks, vorzugsweise mit Vakuum, be-

30 aufschlägt, um, insbesondere zumindest teilweise physio- und/oder chemisorbierte, Fremdmaterialien oder dergleichen von der Oberfläche des Materials und/oder Bereichen, insbesondere Kavitäten, davon zumindest teilweise zu entfernen.

30

35

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Beschichten eines im wesentlichen festen Materials sieht vor, dass das Beaufschlagen mit einer Atmosphäre geringen Drucks, insbesondere mit Vakuum,

vor dem Ausbilden der Schicht des Beschichtungsfluids auf dem zu beschichtenden Material erfolgt. Dadurch wird gegenüber Verfahren aus dem Stand der Technik erreicht, dass der beaufschlagte geringe Druck, insbesondere also das Vakuum, auf die adsorbierten Fremdmaterialien auf der Oberfläche des zu beschichtenden Materials direkt wirkt. Im Stand der Technik dagegen sind die Fremdmaterialien bereits von dem Beschichtungsfluid zumindest teilweise abgedeckt und somit quasi geschützt. Durch das erfindungsgemäße Vorgehen wird erreicht, dass ein weitaus größerer Anteil der angelagerten Fremdmaterialien bereits vor dem Aufbringen des Beschichtungsfluids aus den Anhaftungsbereichen des zu beschichtenden Materials abgelöst werden, wodurch darüber hinaus auch eine Kontamination des Beschichtungsfluids und insbesondere des Beschichtungsmaterials mit den Fremdmaterialien vermieden wird.

In diesem Zusammenhang wird unter Fremdmaterial immer auch die umgebende Atmosphäre, insbesondere Luft, verstanden. Es sollen auch Fremdmaterialschichten entfernt werden, die nicht direkt anhaften, sondern nur mittelbar im Oberflächenbereich vorliegen.

Vorteilhafterweise wird das Beschichtungsfluid durch zumindest teilweises Tauchen, Bestreichen, Besprühen, Begießen oder dergleichen auf dem zu beschichtenden Material aufgebracht.

Des weiteren werden als Beschichtungsfluid eine Flüssigkeit, ein Gas, ein Dampf, ein Nebel, ein Gel, eine Paste, eine Suspension oder dergleichen bevorzugt. Sämtliche dieser Beschichtungsfluide enthalten z. B. zumindest einen Ausgangs-, Hilfs- und/oder Zusatzstoff für das Beschichtungsmaterial oder das Beschichtungsmaterial selbst.

Es kann zum Beispiel daran gedacht sein, dass das Beschichtungsmaterial selbst in einem Lösungsmittel aufgelöst ist und somit das Gemisch aus Lösungsmittel und gelöstem Beschichtungsstoff das Beschichtungsfluid bildet. Andererseits kann

auch daran gedacht sein, dass in einem Trägerstoff, welcher auch als Lösungsmittel aufgefaßt werden kann, ein Ausgangs-, Hilfs- und/oder Zusatzstoff für das Beschichtungsmaterial enthalten ist, der sich dann nach einer gewissen Zeit nach dem
5 Aufbringen des Beschichtungsfluids und/oder nach Exposition oder Beigabe weiterer Stoffanteile oder durch Strahlung in das eigentliche Beschichtungsmaterial umwandelt. Denkbar ist zum Beispiel eine Variante, bei der der Ausgangs-, Hilfs- und/oder Zusatzstoff in einem Lösungsmittel aufgebracht wird und sich
10 dann nach Verdampfen des Lösungsmittels bei Exposition an Luftsauerstoff in das eigentliche Beschichtungsmaterial umwandelt.

Die Zielrichtung des Vermeidens von mechanischen, elektrischen und Isolationsproblemen durch Fremdmaterial-/Gaseinschlüsse
15 wird besonders vorteilhaft dadurch erreicht, dass vor, während und/oder nach dem Beaufschlagen mit niedrigem Druck, insbesondere mit Vakuum, zumindest Teile des zu beschichtenden Materials gereinigt werden, insbesondere mit Lösungsmitteln, durch
20 Sputtern und/oder durch Ausheizen oder dergleichen.

Ein typischer Reinigungsvorgang kann also zum Beispiel darin bestehen, dass nach dem Ausbilden eines Trägers, welcher nach der Beschichtung eine Schaltungsanordnung aufnehmen soll, der
25 Träger selbst mit einem organischen Lösungsmittel gespült wird. Nachfolgend kann dann mit der Evakuierung, also dem Beaufschlagen mit Vakuum, begonnen werden, wobei dann auch Lösungsmittelreste von der Oberfläche und aus den Kavitäten ausgedampft werden. Dies wird dadurch beschleunigt, dass der Träger
30 gleichzeitig aufgeheizt wird, wobei natürlich den entsprechenden Materialeigenschaften - insbesondere also z. B. der Anhaftungseigenschaft des Leitersubstrats auf dem keramischen Trägersubstrat - Rechnung getragen werden muß. Während des Aufheizens oder danach kann dann unter Beibehaltung des
35 Vakuums die Oberfläche gesputtert werden, zum Beispiel mit einer Argonatmosphäre bei geringem Druck.

- Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Beschichten erfolgt das Ausbilden einer Schicht eines Beschichtungsfluids unter einer Atmosphäre geringeren Drucks, insbesondere unter Vakuum. Das heißt, dass
- 5 das Beaufschlagen mit einer Atmosphäre geringeren Drucks zwar vor dem Ausbilden einer Schicht eines Beschichtungsfluids beginnt, dass aber der geringere Druck während des eigentlichen Beschichtungsvorgangs aufrechterhalten bleiben kann.
- 10 Grundsätzlich kann auch daran gedacht werden, eine erste Atmosphäre geringeren Drucks zum Entleeren der Kavitäten und zum Ablösen der Fremdmaterialien auf dem zu beschichtenden Material zu ersetzen durch eine andere zweite Atmosphäre geringen oder geringeren Drucks und/oder durch andere Druckbedingungen.
- 15 Ferner ist es bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Beschichten vorgesehen, dass nach dem Ausbilden einer Schicht eines Beschichtungsfluids der Druck, insbesondere der Umgebungsdruck auf die ausgebildete Schicht, erhöht wird, um das Beschichtungsfluid an
- 20 die Oberfläche des zu beschichtenden Materials, insbesondere in die Kavitäten davon, zu pressen. Dadurch wird erreicht, dass keine Hohlräume unter der ausgebildeten Schicht bestehen bleiben, in welche dann zu einem späteren Zeitpunkt, zum Beispiel im Rahmen eines Alterungsprozesses, Beschichtungsmaterial nachsackt und sich somit zu einem späteren Zeitpunkt Formänderungen und damit mögliche andere Risse oder andere Defekte in der ausgebildeten Schicht ergeben.
- 30 Obwohl das beschriebene erfindungsgemäße Verfahren bereits gewinnbringend und mit Vorteil gegenüber dem Stand der Technik beim Ausbilden einer einzigen Schicht angewandt werden kann, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Schritte des Reinigens, des Ausbildens einer Schicht eines Beschichtungsfluids
- 35 und/oder der Schritt des Beaufschlagens mit einem niedrigen/hohen Druck zumindest zum Teil mehrfach insbesondere iterativ nacheinander, ausgeführt werden, um insbesondere mehrere

Schichten übereinander und/oder in verschiedenen Bereichen auf dem zu beschichtenden Material auszubilden. Auch können mehrere unabhängige Reinigungsvorgänge vorgesehen sein, um besonders reine Oberflächenstrukturen für den Beschichtungsvorgang vorzusehen.

Besonders vorteilhaft gestaltet sich das erfindungsgemäße Verfahren zum Beschichten, wenn zunächst eine erste Schicht eines ersten Beschichtungsfluids, insbesondere unter Vakuumbedingungen, aufgebracht wird, um die Kavitäten des zu beschichtenden Materials zu füllen. Nachfolgend wird dann eine zweite Schicht eines zweiten Beschichtungsfluids, insbesondere ebenfalls unter Vakuumbedingungen, aufgebracht. Dabei wird das erste Beschichtungsfluid so gewählt, dass es mit dem zweiten Beschichtungsfluid chemisch und/oder physikalisch kompatibel oder verträglich ist, insbesondere um sich mit diesem zu mischen und/oder zu verbinden.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn als erstes Beschichtungsfluid ein flüchtiges Lösungsmittel gewählt wird, welches insbesondere das Beschichtungsmedium und/oder das zweite Beschichtungsfluid löst. Dadurch wird eine besonders gute Durchmischung erreicht und eine Phasenseparation beim Ausbilden der Schicht vermieden. Bevorzugt wird dabei das flüchtige Lösungsmittel als erstes Beschichtungsfluid nach dem Aufbringen der zweiten Schicht durch Erwärmen ausgeheizt.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Zeichnung auf der Grundlage bevorzugter Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Beschichten näher erläutert. In dieser zeigt:

Fig. 1 einen Träger, welcher mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beschichtet wurde, und

Fig. 2 ein Blockdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Beschichten.

Fig. 1 verdeutlicht, wie das erfindungsgemäße Verfahren zum Beschichten tatsächlich angewandt wird.

Das zu beschichtende Material 1 besteht in diesem Fall aus einem in drei Schichten aufgebauten DCB-Substrat 10 mit einem zentralen keramischen Träger 11, einer oberen Metallisierungsschicht 12, zum Beispiel aus Kupfer, welche der Aufnahme, Kontaktierung und Verschaltung elektronischer Schaltungsanordnungen dient, und eine untere Metallisierungsschicht 13 aufweist, welche im Betrieb dem Entwärmen der gesamten Anordnung dient.

Da die obere Metallisierungsschicht 12 der Aufnahme, Kontaktierung und Verschaltung elektronischer Bauteile dient, müssen benachbarte Bereiche der oberen Metallisierungsschicht 12 und auch die Metallisierungsschicht 12 gegen die Metallisierungsschicht 13 elektrisch gegeneinander isoliert werden. Dazu ist im Randbereich 14 eines Bereichs der Metallisierungsschicht 12 eine Schicht 2 eines Beschichtungsmaterials 3 aufgebracht. Problematisch gestaltet sich dabei, dass gerade auch in den Randbereichen Kavitäten 7 in der oberen Metallisierungsschicht 12, im keramischen Träger 11 oder an deren Grenzfläche 15 auftreten. In dem vorliegenden Fall ist die Kavität 7 im Bereich der Grenzfläche 15 zwischen oberer Metallisierungsschicht 12 und dem keramischen Träger 11 des DCB-Substrats 10 ausgebildet und durch das erfindungsgemäße Verfahren zum Beschichten bereits auch mit dem Beschichtungsmaterial 3 der Schicht 2 gefüllt, so dass dort keine Fremdmaterialien, insbesondere keine Gase, welche starke thermische Wechselbelastung auf die Schicht 2 ausüben können, vorliegen.

Fig. 2 zeigt in Form eines schematischen Blockdiagramms den Ablauf eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Beschichten.

In der Startphase des Schritts S1 werden die Vorbereitungen für das Beschichtungsverfahren getroffen, das heißt, der Träger oder das zu beschichtende Material wird bereitgestellt, gehalten und fixiert sowie in einen entsprechenden Prozeßraum
5 eingebracht, welcher von der Umgebung abgeschlossen werden kann.

Im Schritt S2 wird die Oberfläche des Trägers zunächst durch
10 Spülen mit einem Lösungsmittel grob vorgereinigt. Dieser Schritt ist grundsätzlich optional.

Im Schritt S3 wird der Prozeßraum mit einer Schutzgasatmosphäre, zum Beispiel einem Edelgas, gefüllt und dann nachfolgend evakuiert und geheizt, um die Fremdmaterialien und Verunreinigungen auf der Oberfläche des zu beschichtenden Materials oder des Trägers abzulösen und zu entfernen, insbesondere in den Kavitäten der Oberfläche.

20 Im Schritt S4 wird unter Beibehaltung des Vakuums und gegebenenfalls des geheizten Zustandes die erste Schicht eines ersten Beschichtungsmaterials, nämlich eines Lösungsmittels, aufgebracht.

25 Danach wird im Schritt S5 der Druck erhöht, um das erste Beschichtungsfluid in die Kavität zu pressen.

Im nachfolgenden Schritt S6 wird dann eine zweite Schicht eines zweiten Beschichtungsfluids, welches das Beschichtungsmaterial als solches in Lösung enthält, aufgebracht.
30

Danach wird im Schritt S7 und nach einer gewissen Phase des Zuwartens nochmals evakuiert und geheizt, um die Lösungsmittel abzdampfen und ein Festwerden des eigentlichen Beschichtungsmaterials zu erreichen.
35

10

Im folgenden Schritt S8 der Endphase wird der fertig beschichtete Träger entnommen.

5 Vor, während und/oder nach jedem Prozeßschritt können grundsätzlich die Atmosphäre geändert und/oder der Druck erhöht oder gesenkt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten eines im wesentlichen festen Materials (1), mit den Schritten:
- 5 - Ausbilden einer Schicht (2) mindestens eines Beschichtungsfluids (4), welches zumindest ein Beschichtungsmaterial (3) und/oder einen Ausgangs-, Hilfs- oder Zusatzstoff dafür enthält, auf mindestens einem Teil der Oberfläche des zu beschichtenden Materials (1) und
- 10 - Beaufschlagen zumindest eines Bereichs des Materials (1) mit einer Atmosphäre geringen Drucks, um physio- und/oder chemisorbierte Fremdmaterialien (5) von der Oberfläche (6) des Materials (1) und aus Kavitäten (7) davon zumindest teilweise zu entfernen,
- 15 - wobei das Beaufschlagen der Atmosphäre geringen Drucks, vor dem Ausbilden der Schicht (2) des Beschichtungsfluids (4) auf dem zu beschichtenden Material (1) erfolgt
- dadurch gekennzeichnet,
- 20 dass nach dem Ausbilden der Schicht (2) des Beschichtungsfluids (4) der Druck auf die ausgebildete Schicht (2) erhöht wird, um das Beschichtungsfluid (4) an die Oberfläche (6) des zu beschichtenden Materials (1) und in Kavitäten (7) davon zu pressen.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass das Beschichtungsfluid (4) durch zumindest teilweises Tauchen, Bestreichen, Besprühen, Begießen oder dergleichen aufgebracht wird.
- 30 3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass als Beschichtungsfluid (4) eine Flüssigkeit, ein Gas, Dampf, Nebel, Gel, Paste, Suspension oder dergleichen gewählt
- 35 wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass vor, während und/oder nach dem Beaufschlagen mit niedrigem Druck zumindest die zu beschichtenden Bereiche gereinigt
5 werden, insbesondere mit Lösungsmitteln, durch Sputtern, durch Ausheizen und/oder dergleichen.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass das Ausbilden einer Schicht (2) eines Beschichtungsfluids (4) unter einer Atmosphäre geringen Drucks, insbesondere unter Vakuum, erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass die Schritte des Reinigens, des Ausbildens einer Schicht (2) eines Beschichtungsfluids (4) und/oder des Beaufschlagens mit niedrigem/hohem Druck zumindest zum Teil mehrfach, insbesondere aufeinanderfolgend, ausgeführt werden, um insbesondere
20 auch mehrere Schichten (2) übereinander und/oder an verschiedenen Bereichen auf dem zu beschichtenden Material (1) auszubilden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet,
- dass zunächst eine erste Schicht (2) eines ersten Beschichtungsfluids (4), insbesondere unter Vakuum, aufgebracht wird, insbesondere um Kavitäten (7) in der Oberfläche (6) des zu beschichtenden Materials (1) zu füllen,
30 - dass dann eine zweite Schicht (2) eines zweiten Beschichtungsfluids (4), insbesondere unter Vakuum, aufgebracht wird und
- dass das erste Beschichtungsfluid (4) so gewählt wird, dass es mit dem zweiten Beschichtungsfluid (4) chemisch und/oder
35 physikalisch kompatibel ist, um sich insbesondere mit diesem zu mischen und/oder zu verbinden.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass als erstes Beschichtungsfluid (4) ein flüchtiges Lö-
sungsmittel gewählt wird, welches insbesondere das zweite Be-
5 schichtungsfluid (4) und/oder das Beschichtungsmedium (3)
löst.

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass das flüchtige Lösungsmittel nach Aufbringen der zweiten
Schicht ausgeheizt wird, insbesondere unter einer Atmosphäre
geringen oder höheren Drucks, vorzugsweise unter Vakuum.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass vor, während und/oder nach jedem Verfahrensschritt die
Atmosphäre geändert oder konstant gehalten und/oder der Druck
erhöht, gesenkt und/oder konstant gehalten werden.

1 / 2

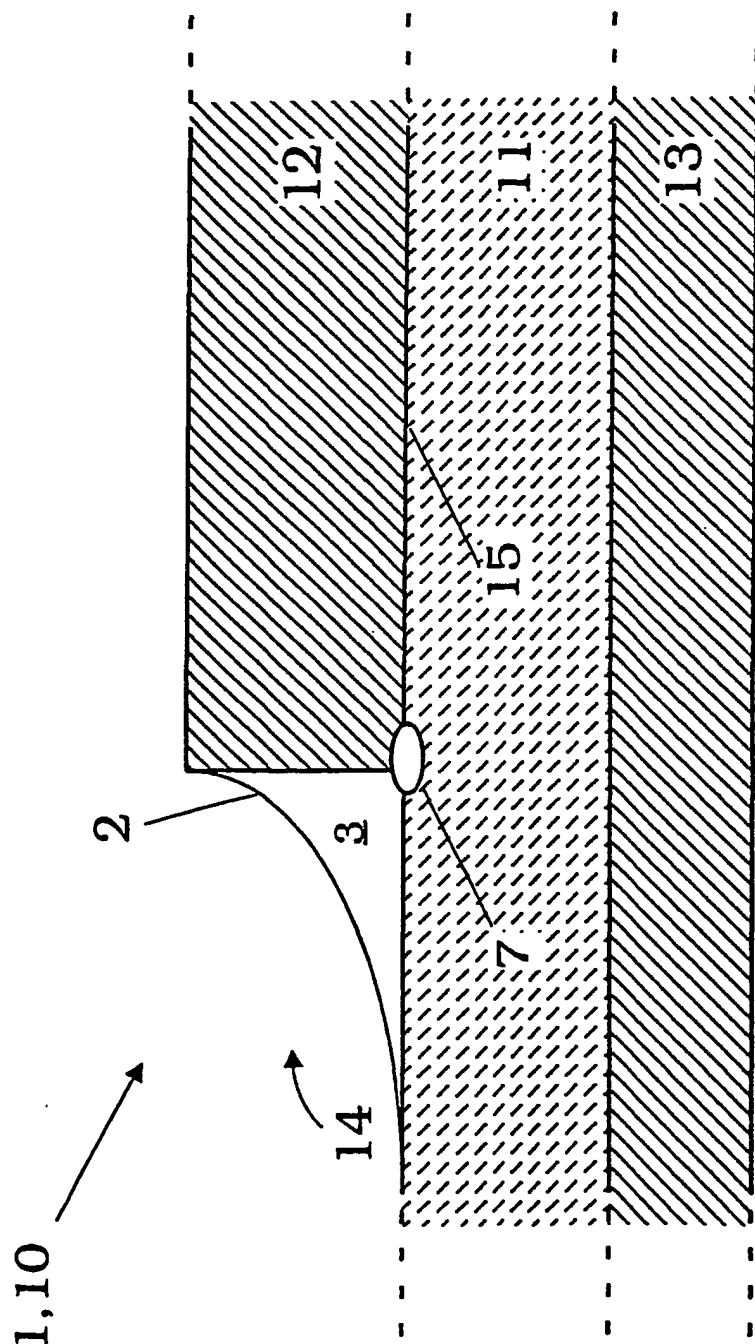
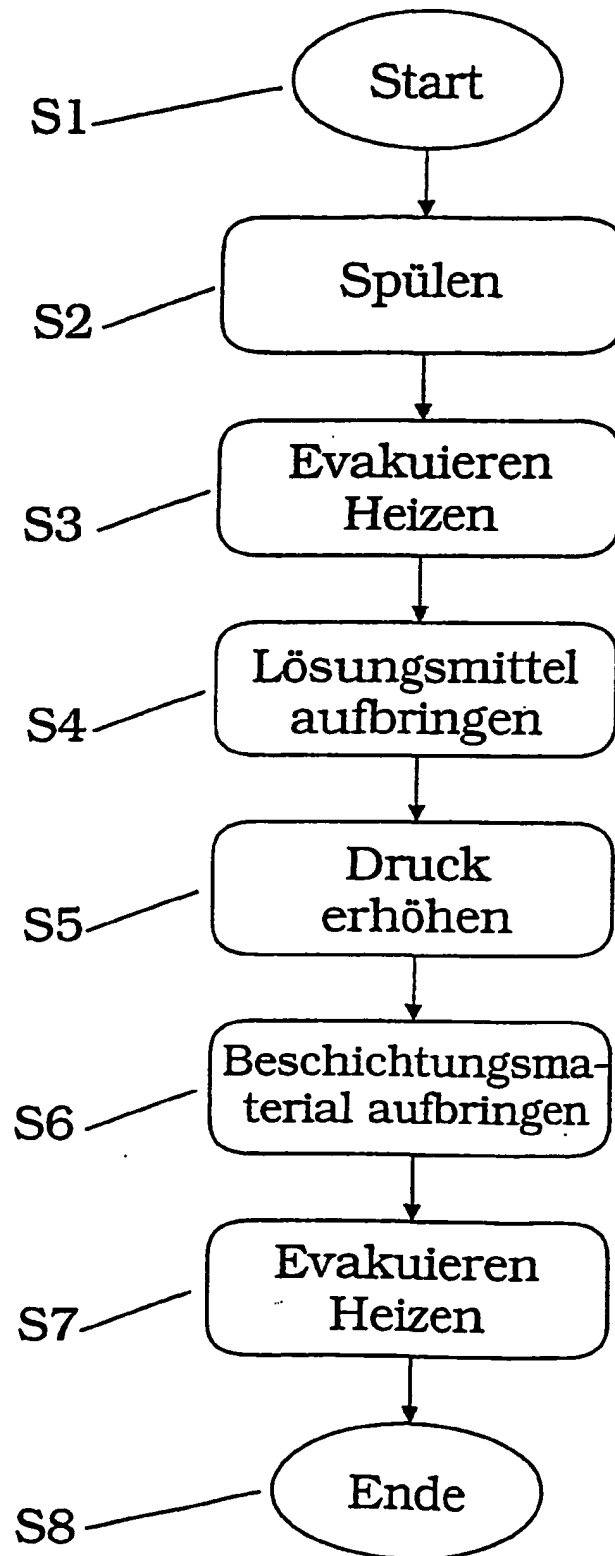


Fig. 1

2 / 2

Fig. 2